



True

Docket No. 250936US2/tca

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

IN RE APPLICATION OF: Mitsunori NARUSE, et al.

GAU: 3611

SERIAL NO: 10/809,362

**EXAMINER:**

FILED: March 26, 2004

**FOR:** TORQUE SENSOR AND ELECTRIC STEERING DEVICE USING THE SAME

## **SUBMISSION NOTICE REGARDING PRIORITY DOCUMENT(S)**

COMMISSIONER FOR PATENTS  
ALEXANDRIA, VIRGINIA 22313

SIR:

Certified copies of the Convention Application(s) corresponding to the above-captioned matter:



Respectfully Submitted,

OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,  
MAIER & NEUSTADT, P.C.

### Customer Number

22850

Tel. (703) 413-3000  
Fax. (703) 413-2220  
(OSMMN 11/04)

Marvin J. Spivak  
Registration No. 24,913  
Joseph Scafetta, Jr.  
Registration No. 26,803

2509360S2  
(IP03-918-US)  
10/809,362

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日  
Date of Application: 2003年 3月 27日

出願番号  
Application Number: 特願 2003-087072

[ST. 10/C]: [JP 2003-087072]

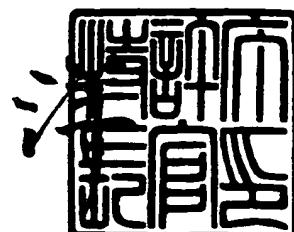
出願人  
Applicant(s): 豊田工機株式会社

CERTIFIED COPY OF  
PRIORITY DOCUMENT

2004年12月21日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

小川



【書類名】 特許願  
【整理番号】 P03-023TAC  
【提出日】 平成15年 3月27日  
【あて先】 特許庁長官殿  
【国際特許分類】 G01L 03/10  
【発明者】  
【住所又は居所】 愛知県刈谷市朝日町1丁目1番地 豊田工機株式会社内  
【氏名】 吉沢 裕司  
【発明者】  
【住所又は居所】 愛知県刈谷市朝日町1丁目1番地 豊田工機株式会社内  
【氏名】 成瀬 光則  
【特許出願人】  
【識別番号】 000003470  
【氏名又は名称】 豊田工機株式会社  
【代理人】  
【識別番号】 100112472  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 松浦 弘  
【電話番号】 052-533-9335  
【手数料の表示】  
【予納台帳番号】 120456  
【納付金額】 21,000円  
【提出物件の目録】  
【物件名】 明細書 1  
【物件名】 図面 1  
【物件名】 要約書 1  
【包括委任状番号】 0101408  
【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 トルクセンサ及び電動ステアリング装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 筒形ボディの内部に回転可能に設けたトーションバーの回転角を極数が異なる1対のレゾルバの電気角として検出し、それら電気角の差分に基づき、前記トーションバーの捻れ角に対応した負荷トルクを計測可能としたトルクセンサにおいて、

前記捻れ角を規制するストッパ部を設け、

前記一方のレゾルバの極数をnとし、前記他方のレゾルバの極数をmとし、前記捻れ角をθとした場合に、

$$\theta < 180 \cdot |1/n - 1/m|$$

となるように前記ストッパ部を構成したことを特徴とするトルクセンサ。

【請求項 2】 前記請求項1に記載のトルクセンサを、ハンドル操作に伴つて回転駆動される軸部に連結して備えたことを特徴とする電動ステアリング装置

。

【発明の詳細な説明】

### 【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、トーションバーの捻れ角を1対のレゾルバで検出してトルクを計測可能としたトルクセンサ及びそのようなトルクセンサを備えた電動ステアリング装置に関する。

### 【0002】

【関連技術】

レゾルバは、例えば、サーボモータに備えられて回転角を検出する役割を果たす（例えば、特許文献1参照）。そして、近年では、筒形ボディの内部に回転可能に設けたトーションバーの回転角を、極数が異なる1対のレゾルバの電気角として検出し、それら電気角の差分に基づき、トーションバーの捻れ角に対応した負荷トルクを計測するトルクセンサの開発が進められている。

### 【0003】

**【特許文献1】**

特開平10-328952号公報（請求項42、[0005]）

**【0004】****【発明が解決しようとする課題】**

しかしながら、上記したトルクセンサでは、所定の角度を超えてトーションバーが捻れた場合には、その捻れ角が正負の何れの方向であっても、レゾルバの電気角の差分が同じになり得るため、トルクを正確に検出できない事態が生じ得た。

**【0005】**

本発明は、上記事情に鑑みてなされたもので、従来より正確にトルクを計測可能なトルクセンサ及び電動ステアリング装置の提供を目的とする。

**【0006】****【課題を解決するための手段】**

上記目的を達成するためになされた請求項1の発明に係るトルクセンサは、筒形ボディの内部に回転可能に設けたトーションバーの回転角を極数が異なる1対のレゾルバの電気角として検出し、それら電気角の差分に基づき、トーションバーの捻れ角に対応した負荷トルクを計測可能としたトルクセンサにおいて、捻れ角を規制するストッパ部を設け、一方のレゾルバの極数をnとし、他方のレゾルバの極数をmとし、捻れ角をθとした場合に、

$$\theta < 180^\circ + |1/n - 1/m|$$

となるようにストッパ部を構成したところに特徴を有する。

**【0007】**

請求項2の発明に係る電動ステアリング装置は、請求項1に記載のトルクセンサを、ハンドル操作に伴って回転駆動される軸部に連結して備えたところに特徴を有する。

**【0008】****【発明の作用及び効果】****<請求項1の発明>**

極数nのレゾルバでは、機械角の $360^\circ / n$ に電気角が $0 \sim 360^\circ$ が対応

し、極数mのレゾルバでは、機械角の $360^\circ / m$ に電気角が $0 \sim 360^\circ$ が対応する。従って、極数n, mのレゾルバの電気角が $360^\circ$ 変化するための機械角の差は、

$$\Delta\theta = 360^\circ \cdot |1/n - 1/m|$$

である。よって、1対のレゾルバによりトーションバーの捻れ角 $\theta$ を求める場合には、本発明のように、トーションバーの捻れ角 $\theta$ が $\pm\Delta\theta/2$ 未満、即ち、

$$\theta < 180^\circ \cdot |1/n - 1/m|$$

の範囲で捻られるように規制することが好ましい。これにより、本発明では、従来より正確にトルク計測を行うことができる。また、このようなトルクセンサは、電動ステアリング装置に組み込んで用いることができる。

### 【0009】

#### 【発明の実施の形態】

以下、本発明のトルクセンサ及び電動ステアリング装置に関する実施形態を図1～図5に基づいて説明する。図1には、本実施形態のトルクセンサ1-0の全体が示されている。同図において符号11は筒形ボディであって、その内側を回転軸部12が貫通し、筒形ボディ11の両端部に設けたベアリング13, 13により回転可能に軸支されている。

### 【0010】

回転軸部12は、トーションバー14と第1及び第2の延長スリーブ15, 16とからなる。トーションバー14は、両端部14A, 14Bに比べて中間部14Cの径が細くなっている。負荷トルクを受けるとその中間部14Cが捻れ変形する。

### 【0011】

第1延長スリーブ15は、トーションバー14における中間部14Cのほぼ全体を遊嵌状態に覆うと共に、トーションバー14の一方の端部14A（以下、これを「基端部14A」といい、逆側の端部を「先端部14B」という）に隙間無く嵌合されている。第1延長スリーブ15とトーションバー14の基端部14Aとの嵌合部分にはピン17が横切って貫通しており、これにより、第1延長スリーブ15がトーションバー14の基端部14Aと一体に回転する。

### 【0012】

第1延長スリーブ15の外周面には、前記ペアリング13が嵌合されたペアリング嵌合部20が設けられ、そのペアリング嵌合部20よりトーションバー14の先端部14B側には、第1レゾルバ嵌合部18が設けられている。また、第1レゾルバ嵌合部18より先端部14B側は、第1レゾルバ嵌合部18より外径が小さい第1ストッパ部19が形成され、さらに先端部14B側には、最小径部21が形成されている。

### 【0013】

第1ストッパ部19は、図2に示すように円弧面19Cに1対の平坦面19H、19Hを互いに平行に形成してなり、それら各平坦面19Hにおける円弧面19C側の両側縁部が、後述する第2延長スリーブ16に当接可能な計4つの当接部22なっている。

### 【0014】

図1に示すように、第2延長スリーブ16は、ピニオンギヤ23の一端に一体形成されている。そして、トーションバー14の先端部14Bに嵌合されて、第1延長スリーブ15における第1ストッパ部19の外側を覆っている。第2延長スリーブ16とトーションバー14の先端部14Bとの嵌合部分には回り止め用の凹凸部24が周方向に複数形成されており、これにより、第2延長スリーブ16がトーションバー14の先端部14Bと一緒に回転する。従って、トーションバー14の中間部14Cが捻られると、トーションバー14の基端部14Aと一緒に回転する第1延長スリーブ15と、先端部14Bと一緒に回転する第2延長スリーブ16とが相対的に回転する。

### 【0015】

第2延長スリーブ16の外周面には、前記ペアリング13が嵌合されたペアリング嵌合部25が設けられ、そのペアリング嵌合部25よりトーションバー14の基端部14A側には、レゾルバ嵌合部26が設けられている。第2レゾルバ嵌合部26は、前記第1レゾルバ嵌合部18と外径が同じになっている。また、第2レゾルバ嵌合部26の内側は第2ストッパ部27になっており、この第2ストッパ部27と前記第1ストッパ部19とから本発明に係る「ストッパ部」が構成さ

れている。

### 【0016】

第2ストップ部27は、図2に示すように第1ストップ部19と同じ中心線（図2のL1, L2）で同図の上下左右に対称な形状をなして、第1ストップ部19の外側に遊嵌されている。また、第2ストップ部27には、第1ストップ部19の4つの当接部22と対向する位置に、4つの受面28が備えられている。

### 【0017】

そして、トーションバー14の中間部14Cが一方に捻れることで第1延長スリーブ15が第2延長スリーブ16に対して同図の反時計回り方向に5.9°回転すると、図3に示すように、第1ストップ部19における点対称位置にある1対の当接部22, 22が、第2ストップ部27における1対の受面28, 28に面当接する。また、トーションバー14の中間部14Cが逆方向に捻られて第1延長スリーブ15が第2延長スリーブ16に対して図2における時計回り方向に5.9°回転すると、図3の場合とは別の1対の当接部22, 22が、第2ストップ部27の1対の受面28, 28に面当接する。

### 【0018】

図1に示すように、筒形ボディ11と回転軸部12との間には、第1及び第2のレゾルバ50, 60が設けられている。第1レゾルバ50は、第1延長スリーブ15における第1レゾルバ嵌合部18の外面に嵌合固定された受電コイル52及び検出用固定巻線54と、筒形ボディ11に内面に固定された給電コイル51及び検出用可動巻線53とからなる。そして、給電コイル51と受電コイル52との間の電磁誘導により検出用固定巻線54が受電して励磁され、回転軸部12の回転角に伴った検出用固定巻線53, 54の相互インダクタンスの変化に基づいて回転軸部12の電気角が変化する。ここで、検出用固定巻線53, 54は、5極の巻線になっている。従って、図4(A)の実線で示すように、機械角の72°(=360°/5)に電気角の0~360°が対応している。

### 【0019】

第2レゾルバ60は、第2延長スリーブ16における第2レゾルバ嵌合部26の外面に嵌合固定された受電コイル62及び検出用固定巻線64と、筒形ボディ

11に内面に固定された給電コイル61及び検出用可動巻線63とからなる。そして、給電コイル61と受電コイル62との間の電磁誘導により検出用固定巻線64が受電して励磁され、回転軸部12の回転角に伴った検出用固定巻線63, 64の相互インダクタンスの変化に基づいて回転軸部12の電気角が変化する。ここで、検出用固定巻線63, 64は、6極の巻線になっている。従って、図4(A)の破線で示すように、機械角の60°(=360°/6)に電気角の0~360°が対応している。

### 【0020】

トルクセンサ10は、以上のように構成されており、例えば、図5に示すように、自動車に備えた電動ステアリング装置70に組み付けられている。具体的には、ハンドル71に連結されたステアリングシャフト78の先端にトルクセンサ10の回転軸部12が連結され、その回転軸部12のピニオンギヤ23が、アクチュエータ72内でラック74に噛合している。アクチュエータ72には電動モータが内蔵され、この電動モータの回転出力を直動運動に変換してラック74を直動させる。また、ラック74の両端と、操舵輪73, 73の回転支持部76, 76との間は、タイロッド75, 75によって連結されている。さらに、トルクセンサ10の筒形ボディ11は車両本体に固定され、トルクセンサ10の各レゾルバ50, 60の出力線がECU77に接続されている。そして、ECU77は、トルクセンサ10にて検出したステアリングシャフト78の負荷トルクに基づいて、アクチュエータ72を駆動制御する。これにより、運転者によるハンドル71への操舵力にアクチュエータ72の出力を補助力として加えた合力で、ラック74が直動駆動されて、操舵輪73, 73が転舵する。

### 【0021】

次に本実施形態の作用効果について説明する。ハンドル71を回転させると、トルクセンサ10におけるトーションバー14に負荷トルクがかかってトーションバー14の中間部14Cが捻られる。すると、トーションバー14の基端部14Aに一体回転する第1延長スリープ15と、トーションバー14の先端部14Bと一体回転する第2延長スリープ16とが相対的に回転し、第1レゾルバ50の電気角と、第2レゾルバ60の電気角との間に差が生じる。ECU77は、こ

これらレゾルバ50, 60の電気角の差分に基づいて回転軸部12にかかる負荷トルクを演算し、その回転軸部12にかかる負荷トルク、即ち、ハンドル71への反力トルクを運転状況に応じて適宜変更するように、アクチュエータ72の出力を変更する。

### 【0022】

ところで、第1レゾルバ50は5極であるので、機械角の $72^\circ$  ( $= 360^\circ / 5$ ) に電気角が $0 \sim 360^\circ$  が対応し、第2レゾルバ60は6極であるので、機械角 $60^\circ$  ( $= 360^\circ / 6$ ) に電気角が $0 \sim 360^\circ$  が対応している。従つて、本実施形態のように極数5, 6のレゾルバ50, 60の電気角が $360^\circ$  変化するための機械角の差は、

### 【0023】

$$\Delta\theta = 360^\circ \cdot |1/5 - 1/6| = 12^\circ$$

### 【0024】

となる。このため、図4 (A) に示した自然状態における第1及び第2のレゾルバ50, 60の電気角を基準にして、トーションバー14が $\pm 6^\circ$  ( $= \pm \Delta\theta$ ) 捻れると、図4 (B) と図4 (C) とに対比して示したように、異なる機械角において第1及び第2のレゾルバ50, 60の電気角の差分が同じになり、誤検出が生じ得る。

### 【0025】

しかしながら、本実施形態では、トーションバー14が $\pm 5.9^\circ$  捻れたところで、第1延長スリーブ15の第1ストップ部19と第2延長スリーブ16の第2ストップ部27とが当接して、トーションバー14の捻れ角が $\pm 6^\circ$  未満の範囲に規制されるので誤った計測が防がれる。従つて、このトルクセンサ10によって計測したトルクに基づいてアクチュエータを駆動する電動ステアリング装置は、安定した制御を行うことができる。

### 【0026】

#### <他の実施形態>

本発明は、前記実施形態に限定されるものではなく、例えば、以下に説明するような実施形態も本発明の技術的範囲に含まれ、さらに、下記以外にも要旨を逸

脱しない範囲内で種々変更して実施することができる。

(1) 前記実施形態のトルクセンサ10では、1対のレゾルバ50, 60の極数は5と6であったが、これら1対のレゾルバの極数は、互いに相違していれば5と6とに限定されるものではない。

### 【0027】

(2) 本実施形態のトルクセンサ10は、電動ステアリング装置70に組み込んで用いられていたが、電動ステアリング装置以外のものに本発明に係るトルクセンサを用いてもよい。

### 【図面の簡単な説明】

#### 【図1】

本発明の一実施形態に係るレゾルバ式トルクセンサの側断面図

#### 【図2】

図1のA-A切断面における断面図

#### 【図3】

ストッパ部がストッパ受部に当接した状態の断面図

#### 【図4】

5極と6極のレゾルバの電気角と機械角との関係を示したグラフ

#### 【図5】

電動ステアリング装置の概念図

### 【符号の説明】

10…トルクセンサ

11…筒形ボディ

14…トーションバー

19…第1ストッパ部

27…第2ストッパ部

28…ストッパ面

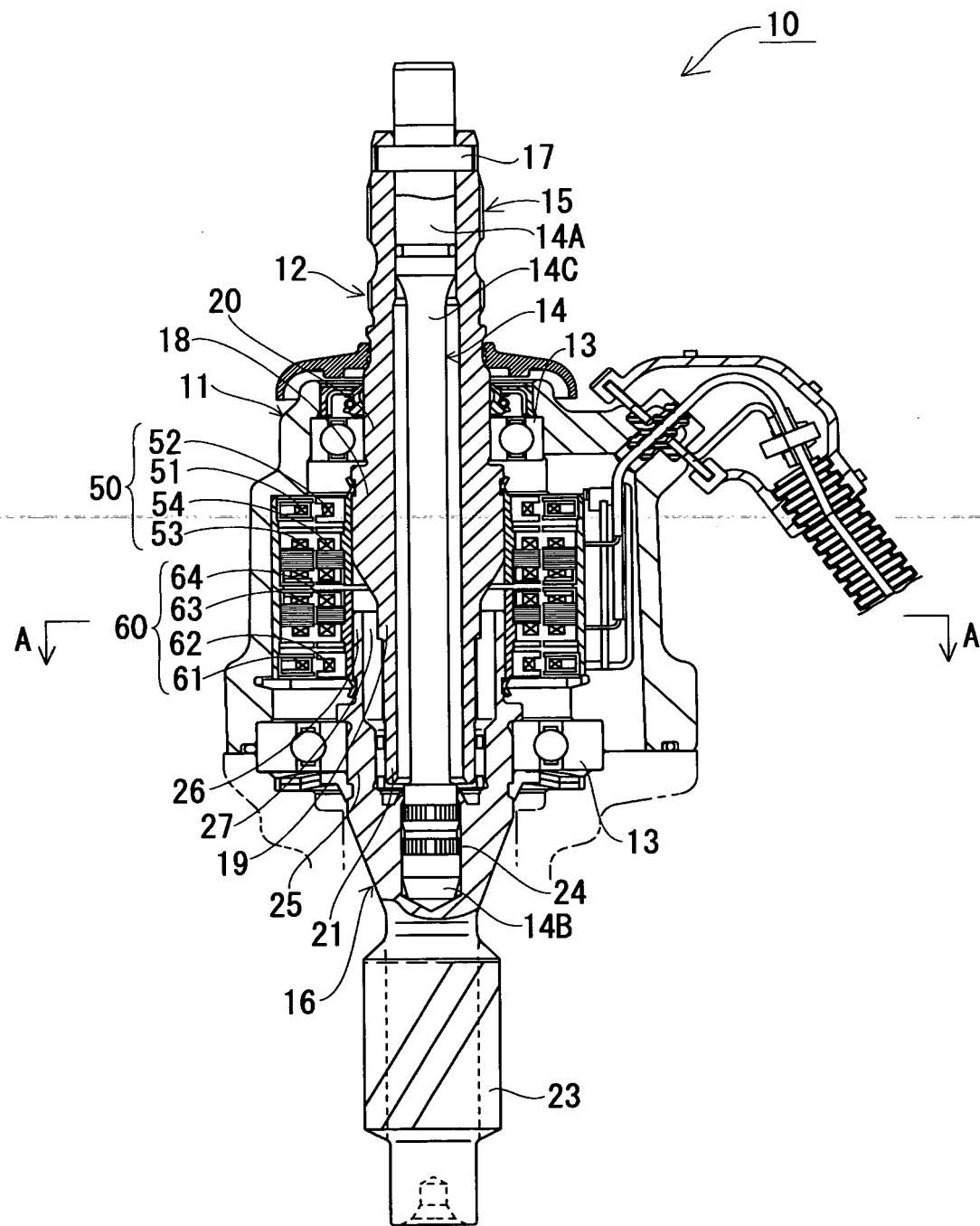
50…第1レゾルバ

60…第2レゾルバ

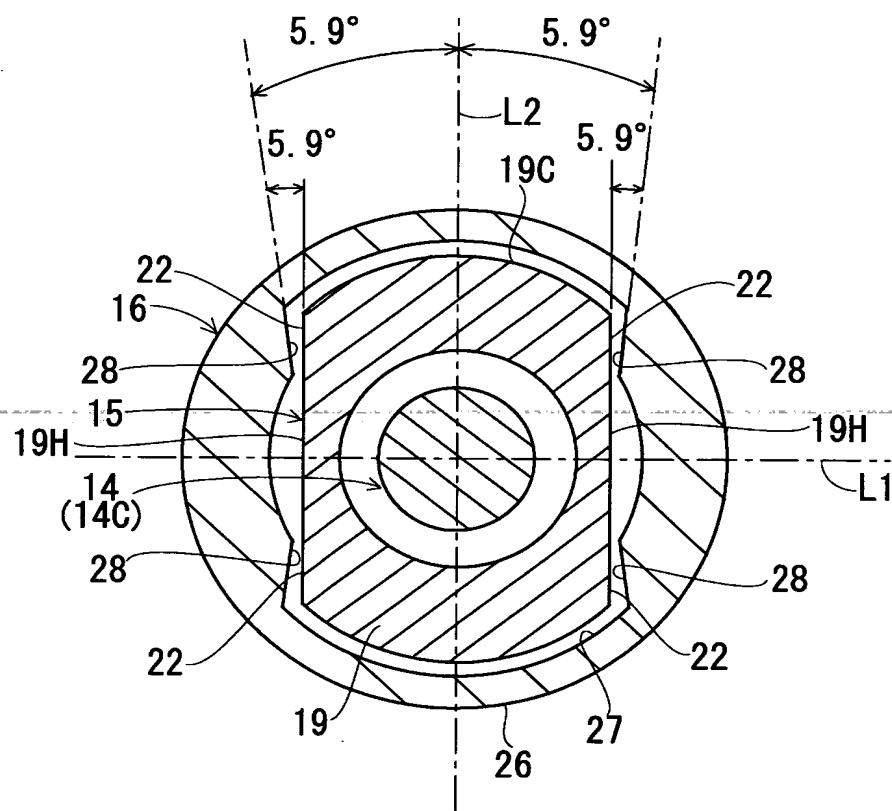
【書類名】

図面

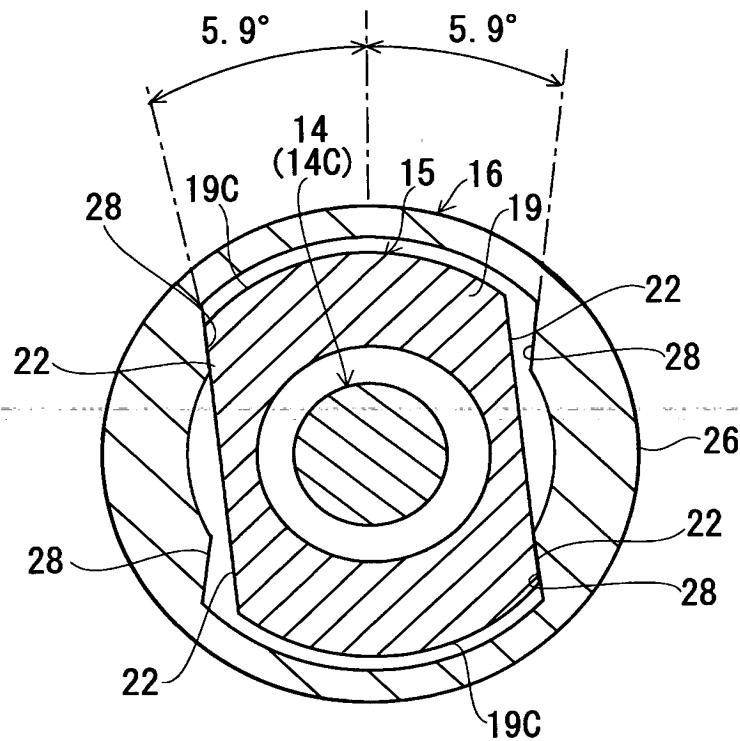
【図1】



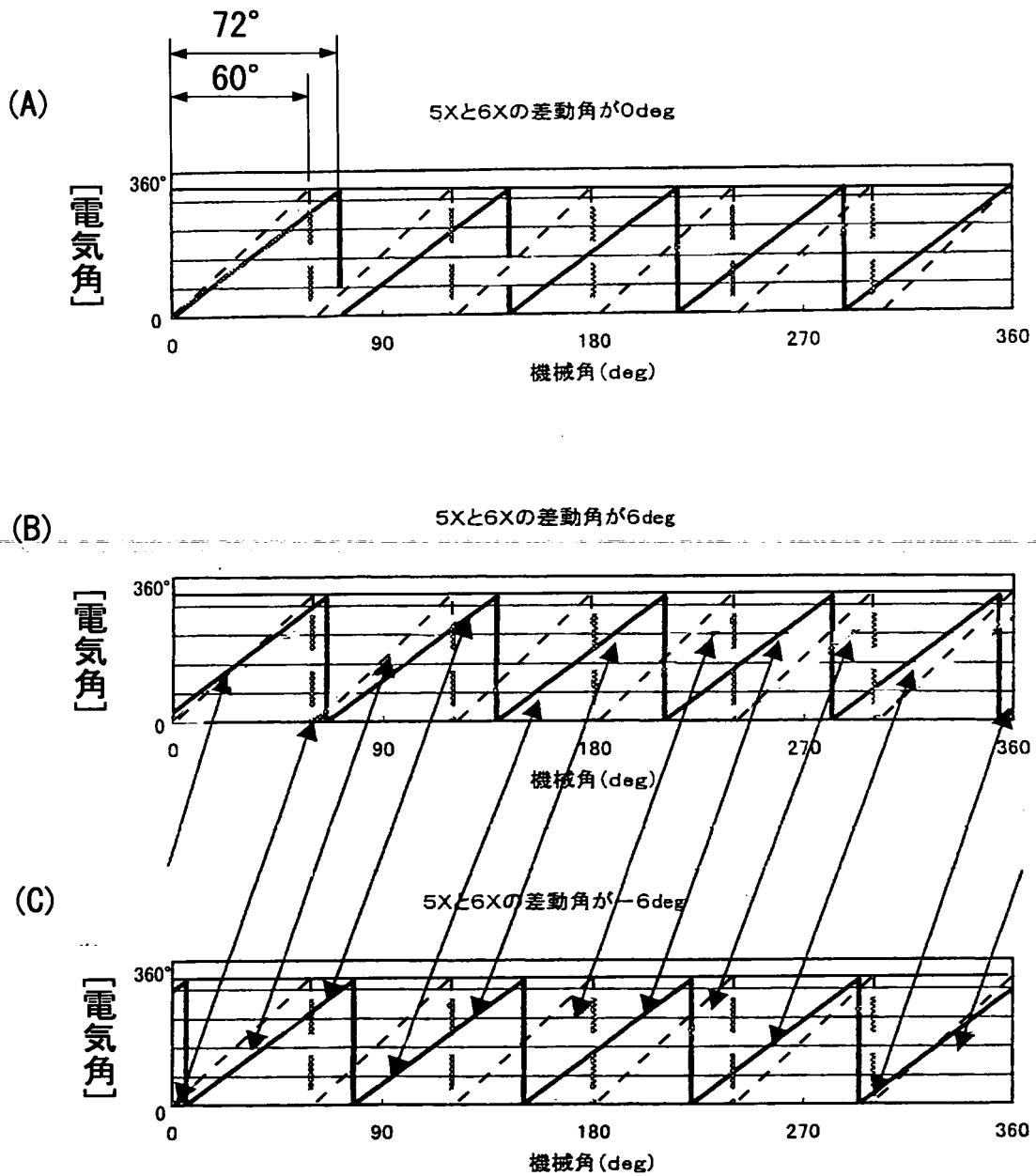
【図2】



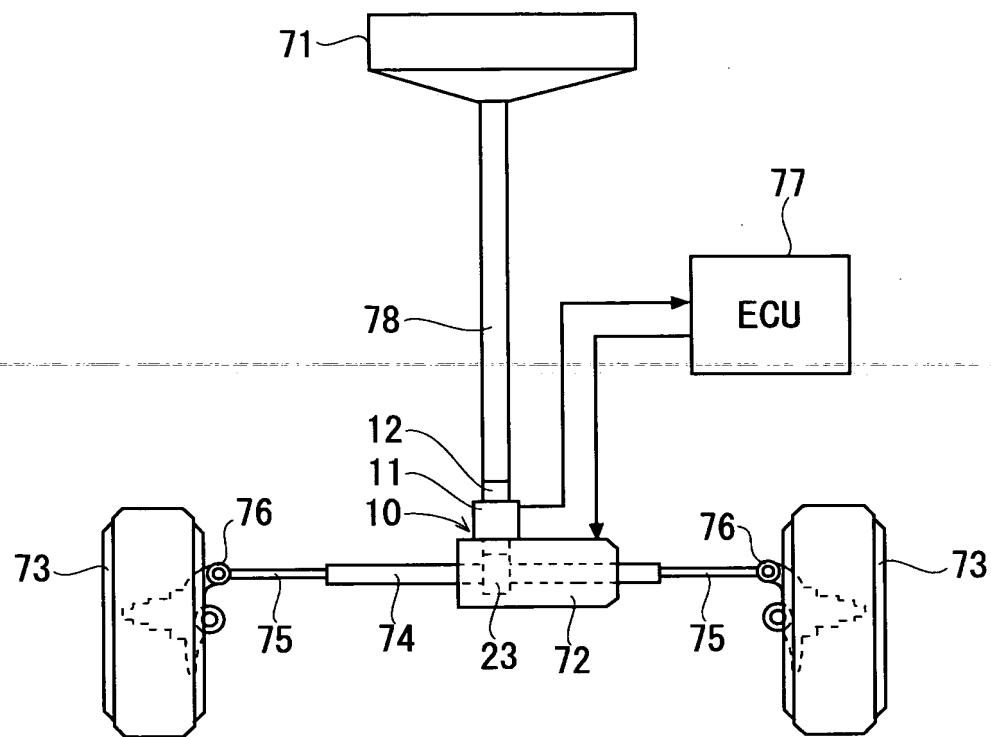
【図3】



【図4】



【図5】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 従来より正確にトルクを計測可能なトルクセンサ及びステアリング装置を提供する。

【解決手段】 本発明に係るトルクセンサ10では、第1レゾルバ50の極数を5とし、第2レゾルバ60の極数を6とし、トーションバー14の捻れ角を $\theta$ とした場合に、

$$\theta < 180^\circ + |1/5 - 1/6| = 6^\circ$$

となるように第1及び第2のストッパ部19, 27を構成したので、従来のようなトルクの誤検出が防がれ、正確にトルク計測を行うことができる。また、このようなトルクセンサ10は、ステアリング装置70に組み込んで用いることができる。

【選択図】 図2

特願 2003-087072

## 出願人履歴情報

識別番号 [000003470]

1. 変更年月日 1990年 8月24日

[変更理由] 新規登録

住 所 愛知県刈谷市朝日町1丁目1番地  
氏 名 豊田工機株式会社